宇宙航空の最新情報マガジン

JAXA's

国立研究開発法人
宇宙航空研究開発機構
機関誌
［ジャクサス］
No.069
July 2017

H3ロケット新型エンジン

LE-9 始動

宇宙航空の最新情報マガジン

JAXA's CONTENTS

[ジャクサス] 国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構機関誌
No.069 July 2017

Cover Photo：日本の大型ロケットの開発の歴史は、国産の液体ロケットエンジン開発の歴史でもある。次世代基幹ロケットH3の要である新型ロケットエンジンLE-9は、これまでの日本のロケットエンジン開発に関わった技術者たちの経験と知恵の結実だ。LE-9の燃焼試験については、今号P10-13のグラビアページをご覧ください。

3 **オープンイノベーションの拠点 宇宙探査実験棟**
月や火星を模擬した環境でオープンイノベーションの成果を実証する

宇宙探査イノベーションハブ
國中 均　ハブ長
川崎 一義　副ハブ長
倉岡 今朝年
片山 保宏

6 **火星は今も生きている**
地下には生命が存在する可能性

宮本 英昭　東京大学 大学院工学系研究科 システム創成学専攻 教授

8 構造の機能化で機体の燃費向上を目指す
「HOTALW」がつなげる将来航空機のカタチ

航空技術部門 次世代航空イノベーションハブ 航空環境技術研究チーム
井川 寛隆　HOTALWリーダ
玉山 雅人　高機能軽量構造研究リーダ
有薗 仁　主任研究開発員
和田 大地　研究開発員

10 日本独自の技術を集結
新型ロケットエンジン LE-9始動!

沖田 耕一　研究開発部門 第四研究ユニット ユニット長
(併)第一宇宙技術部門 H3プロジェクトチーム ファンクションマネージャ

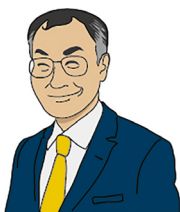
14 **建設を開始した臼田64mの後継アンテナ**

村田 泰宏　臼田宇宙空間観測所長 深宇宙探査用地上局プロジェクトチーム

16 研究開発の現場から
粒子をとらえる、きちんと測る。

東尾 奈々　研究開発部門 第一研究ユニット 研究開発員

18 宇宙を職場にする
乳酸菌を宇宙へ “JAXA×ヤクルト”の挑戦

長南 治　株式会社ヤクルト本社 中央研究所 研究管理センター 所長
農学博士

JAXA's発行責任者の庄司義和です。
本年6月に打ち上げられた測位衛星「みちびき2号機」は、JAXAが2010年に打ち上げた「みちびき」の実証結果を踏まえて内閣府が整備したうちの1機です。JAXAの開発成果を実用に供していただく嬉しい機会であり、気象衛星「ひまわり」同様、広く国民生活の質の向上に役立つことを願ってやみません。
国民生活の質の向上という観点では、JAXAの活動の中には一見これに遠そうに見える「宇宙探査イノベーションハブ」などもありますが、実は様々な分野の企業との連携協力により、「地上の」技術のイノベーションも促しています。
今号ではそうした探査ハブの話題のほか、新型ロケットエンジン、燃費向上を図る将来航空機などを取り上げました。
JAXAが挑戦を続ける姿を、どうぞご覧ください。

発行責任者
JAXA
(国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構)
広報部長　庄司 義和

JAXA's編集委員会
委員長　庄司 義和
委員　青山 剛史
寺門 和夫
山根 一眞
山村 一誠
アドバイザー　的川 泰宣

編集制作
株式会社ビー・シー・シー
2017年7月1日発行

写真右より

國中 均（くになか ひとし）
宇宙探査イノベーションハブ ハブ長
宇宙科学研究所 副所長

川崎 一義（かわさき かずよし）
宇宙探査イノベーションハブ 副ハブ長

倉岡 今朝年（くらおか けさとし）
宇宙探査イノベーションハブ

片山 保宏（かたやま やすひろ）
宇宙探査イノベーションハブ

世界有数規模の屋内実験フィールドをもつ宇宙探査実験棟。宇宙探査イノベーションハブの実験施設として、宇宙利用の技術研究開発と地上産業のオープンイノベーションを推進するための拠点となることを目指している。

取材・文:寺門 和夫(科学ジャーナリスト)

オープンイノベーションの拠点 宇宙探査実験棟

月や火星を模擬した環境で オープンイノベーションの成果を実証する

宇宙探査フィールドを目の前にして改めて感じることは?

國中　宇宙探査は予算規模が非常に大きなプロジェクトです。JAXAでは平成27年度に宇宙探査イノベーションハブを立ちあげ、民間企業の事業化や将来のイノベーションにもつながる共同研究型の研究開発を開始しました。宇宙探査実験棟は、月や火星表面の地形を模擬した実験施設で、将来の月や火星探査を行う着陸機、探査ローバ、拠点建設のためのロボットの走行試験などを行います。宇宙探査イノベーションハブとしては、ベースとなる実験場が必要と考えてきましたが、そのコアとなる部分がこの実験棟です。この実験施設ではJST(科学技術振興機構)支援事業で採択した研究テーマのロボットの運用性や操作性などの試験を行いますが、さらに、小型月着陸実証機(SLIM)や火星衛星探査計画(MMX)などJAXAの月・惑星探査プロジェクトの実証試験にも使う予定です。将来的には広く大学や研究機関にも門戸を解放して、日本の月・火星探査ミッション研究の一大拠点として活用することを考えています。

実験棟
外観

宇宙探査実験棟の外観。今後ここを舞台にさまざまな実験が行われる。

見学者は2階の通路から宇宙探査フィールドでの実験の様子を見学することができる。

川崎　これまでは実験室レベルでの限られた模擬環境でしかできませんでしたが、この施設では着陸から探査ローバやロボットの展開、走行試験、分散型探査ローバの群制御などの一連の運用性や操作性にかかわる試験を行うことができるようになります。月や火星をターゲットにした屋内の実験施設は国内ではここにしかありませんので、日本の宇宙探査の将来にとって非常に大事な設備だと思っています。

倉岡　宇宙探査ハブや宇宙科学研究所の研究者などからの要求をこの建屋の仕様にまとめるのが、私の大きな仕事でした。苦労した点の一つは、同じ環境を維持するために、結露で砂が湿らないようにすることです。そのため、除湿器で空調管理を徹底することで、砂を常に乾燥させた状態にしてあります。このために足掛け2年をかけました。この実験棟をどのように使っていくかが今後の課題です。

片山　私は宇宙探査イノベーションハブで画像計測やロボティクスに関する研究をしていますが、砂の手配や使い勝手の良い実験施設にするためのデザイン設計などを担当しました。宇宙探査フィールドは横約18m、縦約22.5mで、ここに細かい硅砂*を410トンしきつめ、平地部のほか山部もつくってあります。また、粗い硅砂15トンを用いた砂礫部もあります。JAXAにはこれまで探査の実験を行う広々としたスペースがなかったので、今回、この施設ができたことを非常にうれしく思っています。

宇宙探査フィールド実験室全体は巨大な暗室になっており、移動可能なキセノンランプによる人工太陽照明装置で、月の極域の環境などさまざまな状況が再現できる。

屋内でこれだけの広さをもつ実験場は、日本で初めてですね。

國中　屋外の実験フィールドも必要ですが、実験するということになると、再現性のあるデータを取ることが大事になります。そのためには、いつも一様な環境を提供できる屋内の施設は重要な意味をもつと思います。

片山　この施設は巨大な暗室になっています。キセノンランプによる移動式の人工太陽照明装置で月や惑星特有の照明環境も模擬できます。海外でも暗室で人工太陽照明装置を使う大型施設はあまりないと思います。

國中　月の極域でのロボットの移動などを考えると、こうしたライティングの環境はとても重要です。

宇宙探査イノベーションハブの目指すところを教えて下さい。

國中　日本は国際宇宙ステーション計画や小惑星サンプルリターンミッションなどで大きな成果をあげています。その流れをどうやって将来に向けていくのか議論していきたいと考えていますが、まず日本の得意な技術を活かすことが必要です。宇宙探査イノベーションハブでは、3つの研究分野をあげています。すなわち広域未踏峰探査技術、自動・自律型探査技術、地産・地消型探査技術です。これらは将来の宇宙探査で必要となるだけでなく、地上での産業への応用・転用が期待できる分野です。

宇宙探査は実現までに10年、20年、あるいはそれ以上時間のかかる息の長いプロジェクトです。宇宙探査イノベーションハブに参加していただいた企業には、獲得した技術をもとにまずは地上での応用化でそれらの

***硅砂(ケイシャ):**石英粒からなる砂の総称。主に花崗岩などの風化で生じる。宇宙探査フィールドの細かい硅砂には、水洗選別し乾燥フルイ分け加工した天然乾燥硅砂を用いている。

実験棟
フィールド

宇宙探査フィールドに硅砂を搬入しているところ。フィールド中央の山部は多数のフレキシブルコンテナバック（粉末や粒状のものを保管、運搬するための袋）で形状を作っているのがわかる。このフィールドには細かい硅砂だけで410トンもの量が使われている。

技術を維持あるいは発展していただきます。そして、宇宙探査への展開が必要となったら、その技術を宇宙仕様に転用していくことを考えています。ただし、これだけで全部の宇宙探査ができるわけではありません。その残ったところはやはりJAXAが自ら開発しなければいけません。

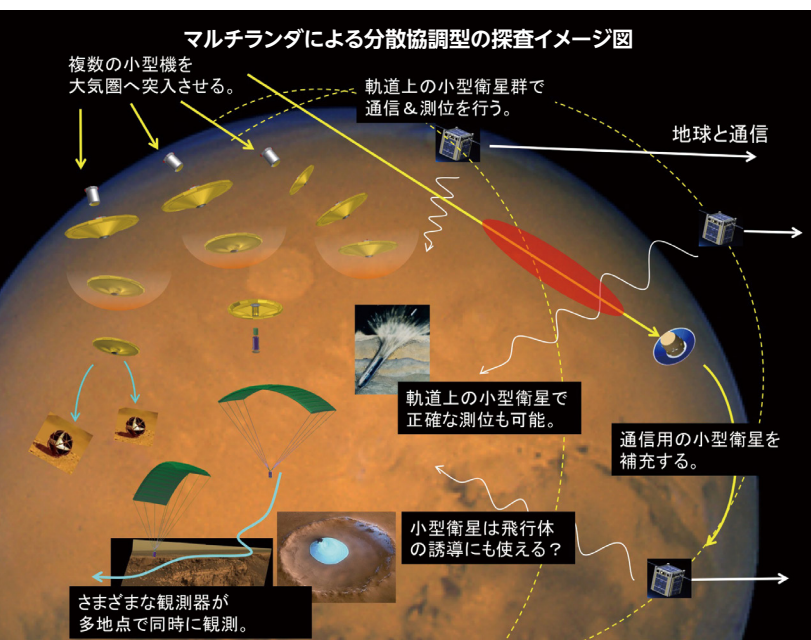
川崎　探査ハブで研究を始めて2年がたちましたが、共同研究をしている企業さんの8割以上が、今まで宇宙とは関係ありませんでした。建築や建機などの分野で新しい技術が出てきました。宇宙だけでなく、地上での利用にもかなり成果が出ていると思います。宇宙探査のサポーターが増えることは非常に重要なことです。

これからの目標、思いをお聞かせください。

川崎　今、世界の宇宙開発は大きく変化しています。民間の技術が重要な役割を果たす時代を迎えていますが、NASAもESAもまだ旧来の方法で宇宙開発を行っています。JAXAの宇宙探査イノベーションハブの取り組みは一歩先行していると思っています。日本の産業力のポテンシャルは非常に高いですから、オールジャパンで結集すれば、どんな宇宙探査にでも日本は参加するチャンスがあります。

片山　ここの施設は世界でも有数の規模です。イノベーションの創出につながる実験や、これまで不可能だったオペレーションの練習などができればと思っています。

倉岡　日本の大学とか企業にはJAXAが一緒に研究できる“尖った技術”がいっぱいあると実感しました。宇宙探査実験棟がそういう技術のデモンストレーションの場になり、そこからさらに新しいイノベーションが生まれる。そうしたことが日本の探査技術の底上げにつながるのではないかと期待しています。

國中　これからの宇宙探査は、たとえアメリカであっても一国ではできません。ですから、「これは日本の得意な分野です」という提案をしていかなくてはいけません。日本が強い技術はいろいろあると思います。

宇宙探査イノベーションハブ 3つの研究分野

広域未踏峰探査技術

従来の大型探査機による探査ではなく、複数の小型探査ロボットにより機能の分散を行い、未踏峰地点の広範囲で密度の濃い探査を実現し、探査手法に革新を起こしていこうというもの。また、この技術による地上での観測システムの他、大型構造物の計測や検査などへの応用も期待されます。

自動・自律型探査技術

将来の月や火星などでの拠点建設は原則無人で行います。しかし、現在の技術では全ての行動・判断に地球からの指示が必要です。この全指令型システムから脱却し、現地で情報を収集・認識し、一部の判断・行動を自動・自律で行うというもので、地上においても遠隔地作業の新たな未来が開けることが期待されています。

地産・地消型探査技術

月、火星への物資の輸送コストは、地球低軌道と比較して10倍程度にもなります。このため、月や火星で持続的な活動を行うには、「必要な物資を全て地球から運ぶ」から「現地で調達する」という方向への転換が必要です。日本が得意とする省エネルギー、リサイクル技術や資源精製技術などを応用して新しい生産システムを獲得するというもの。地上では離島・僻地などへの応用が期待されます。

最近の探査計画で数々の大発見がもたらされている太陽系の天体。
その中でも火星は地球に環境が似ており、
生命存在の可能性も否定できない。
火星はどのような天体なのか。
将来、どのような探査計画が考えられているのか。
東京大学で火星を研究する宮本英昭教授に聞いてみた。

取材・文:寺門 和夫(科学ジャーナリスト)

火星は今も生きている

地下には生命が存在する可能性

みやもと ひであき
宮本 英昭
東京大学
大学院工学系研究科
システム創成学専攻 教授

専門は惑星科学。固体天体の表層地形データの解析を通じて、地球表層環境のもつ普遍性と特異性を明らかにするという、比較惑星学の研究を行う。またTeNQリサーチセンター長として最先端の研究成果を社会に広める活動も積極的に行っている。

大発見が続く太陽系の天体

── 太陽系の天体で発見が続いていますね。

宮本　人類は太陽系のいろいろな天体に探査機を送り込んでいますが、こんなに多様性があったのかと驚かされます。その良い例が、土星とその衛星を観測しているカッシーニ探査機の成果です。衛星タイタンのメタンの湖やエンケラドスの間欠泉など、非常に多くの発見がありました。少し前の2015年にはニューホライズンズ探査機が冥王星に接近しました。冥王星は太陽から遠く離れている上に非常に小さいですから、凍りついた天体だと思われていましたが、冥王星の表面は非常に若く、活動的であることがわかりました。最近はハッブル宇宙望遠鏡による観測で、木星の衛星エウロパでも間欠泉の存在が確認されています。
地球以外の太陽系の天体は、そのほとんどがすでに活動を終えたと考えられていたのですが、最近の発見は、実は今も活動しているという報告ばかりです。

火星は地球に一番よく似た惑星

── 先生は主に火星を研究されていますね。

宮本　私にとって火星が面白いのは、まず、環境が地球に一番よく似ているということです。過去においては今よりもっと地球に似た環境があり、生命体が発生していた可能性がかなり高いのではないかと思います。もう一つは、火星は将来、人間が住む天体のきわめて有力な候補であるという点です。
火星が誕生したのは、太陽系ができた時期と一緒で、だいたい46億年くらい前です。火星の表面にはたくさんの火山活動の痕跡とか、洪水が流れたような跡が存在しています。そして海が存在していた可能性もかなり高い。ところが火山があったり、海があったりしたのは今から35億年以上前のことです。その後は急に活動が静かになり、10億年ぐらい前にはほとんど活動がなくなりました。

火星画像提供:NASA

火星で活動するキュリオシティ。周囲の風景と自分を撮影した多数の画像をつなぎ合わせて作成してある。(画像提供:NASA)

── 現在はどのような環境ですか。

宮本　大気圧は地球の150分の1くらいしかなく、表面の平均温度はマイナス60℃。凍結・乾燥した環境です。しかし南極と北極には極冠という水や二酸化炭素の氷でできている層があります。火星の高緯度地域に着陸したフェニックスという探査機が以前、地下を掘ってみたところ、氷がありました。ですから、かつて大量に存在していた水は、今は氷として地下に残っているわけです。一方、最近のメイヴンという探査機は、かつて存在した火星の大気は太陽風との相互作用で失われたことを明らかにしており、水分も一部は宇宙空間に逃げて行きました。そういった複雑な相互作用をへて、現在の荒涼とした火星環境ができたのだと思います。

火星の内部には生命がいるかもしれない

── 火星は今ではまったく活動していないのでしょうか。

宮本　いいえ。よく調べると、特別な場所はいくつもあります。例えば、エリシウムという巨大火山の近くにアサバスカ峡谷とよばれる場所があります。ここには約1000万年前という火星の歴史の中ではごく最近の時代に、洪水が流れたような跡があります。また、その近くには、同じ年代に大量の溶岩流が流れた跡もあります。ですから、火星はまだ生きているかもしれない。かつて誕生した生命体が火星の内部にしぶとく生き残っていたりするのではないか。そういったことを考えて研究をしています。

── アメリカの火星ローバー、キュリオシティは火星の生命の痕跡を探しています。火星に生命が存在したかどうか、どこまでわかっているのでしょうか。

宮本　かなり外堀は埋まってきたというところです。有機物が存在することがわかりましたし、大気中のメタンの濃度が季節変動していることもわかりました。もちろん、メタンガスは生命活動以外でも発生するのですが。NASAは次の段階として、火星からのサンプルリターンを行って、火星の生命についての確実な議論をするという戦略を考えています。

── 人類はいずれ火星に住むようになるとお考えですか。

宮本　宇宙開発の大きな柱の一つは、人間の活動領域を太陽系空間に広げていくことだと思います。火星には水があります。鉱物の種類も非常に多いと考えられ、その中には生活していくために必要な成分を含むものも多いに違いありません。月面や小惑星でずっと暮らすのはかなり大変ですが、火星は将来人類が住むためにも非常に重要な天体になると思います。

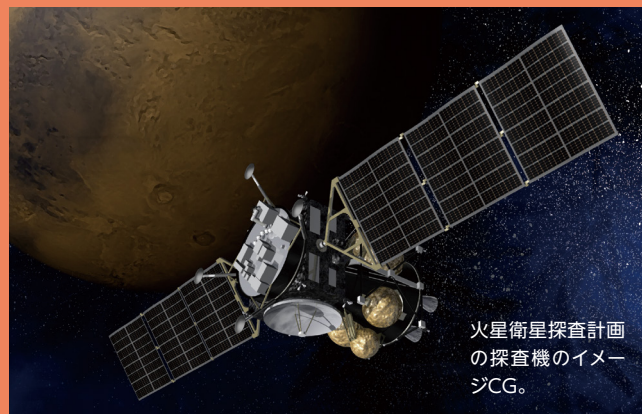
サンプルリターンをめざす JAXAの火星衛星探査計画(MMX)

── 火星にはフォボスとダイモスという小さな衛星がありますね。

宮本　これらの衛星は調べれば調べるほど本当に面白い天体です。サイズが非常に小さく、火星から非常に近い円軌道をまわっています。火星にとらえられた小惑星であるという説と、地球の月と同じように大きな衝突でできた破片が集まってできたという説がありますが、どちらの説もすべてをうまく説明することができません。それからフォボスは比重が1.9程度しかありません。内部に空隙があるのかもしれませんが、もしかしたら、有機物とか氷といった物質が含まれている可能性もあります。

── JAXAが現在進めている火星衛星探査計画(MMX)では火星の衛星からのサンプルリターンを目指しています。その意義はどこにあるでしょうか。

宮本　最近は隕石学が進歩して、極めて微量の試料でも詳細に分析することが可能になりました。そこにフォボスで取った、という素性の知れた良いサンプルが手に入れば、フォボスの起源は完全に決着がつくだろうと考えていますし、さらに火星系および地球の揮発性成分に関する科学が急速に進歩すると思います。それともう一つ、フォボスやダイモスは火星に近いので、火星から放出された物質が表面に堆積しているのではないかという研究があります。これが本当だとすると、日本が世界に先駆けて火星の物質のサンプルリターンを実現することになるかもしれません。日本の惑星探査ミッションは限られた予算の中で、非常にうまく探査を行い、成果も出しています。火星衛星探査計画(MMX)に期待しています。

火星衛星探査計画 (MMX : Martian Moons eXploration)

火星衛星探査計画の探査機のイメージCG。

火星衛星の起源や火星圏の進化の過程を明らかにすることを目的とした計画。火星の二つの衛星フォボスとダイモスを観測し、うち一つからサンプルを採取して地球に帰還することを想定している。2020年代前半の探査機打上げを目指し、研究開発を行っている。

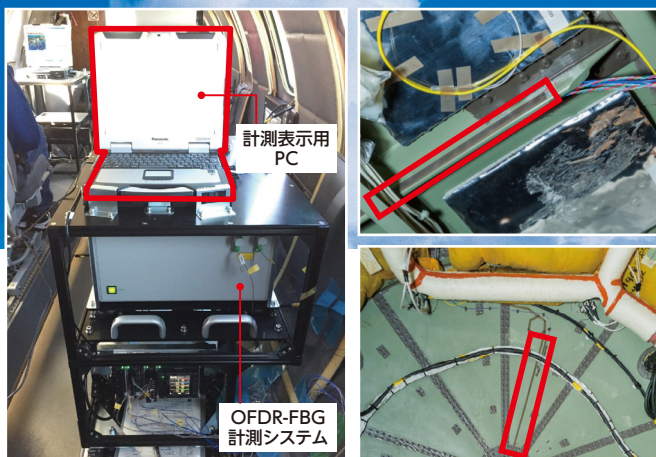
火星の衛星フォボス。サイズは約27×21×19km。火星表面から6000kmという非常に近い軌道をまわっている。(画像提供:NASA)

構造の機能化で機体の燃費向上を目指す

「HOTALW」がつなげる 将来航空機のカタチ

2016年11月、光ファイバーを利用して航空機の変形量を計測する技術の実証試験、「HOTALW」を実施しました。2017年11月には、主翼の変形量を計測する試験が行われます。この試験の目的や将来どのような役に立つのかを、航空技術部門次世代イノベーションハブ、井川寛隆HOTALWリーダ、玉山雅人リーダ、有薗仁主任研究開発員に聞きました。

取材・文:水野 寛之

「HOTALW」の飛行実証に使われる実験機「飛翔」

2016年11月8日と11日に行われたHOTALW試験時の「飛翔」の機内。写真左は機体搭載した計測システム。写真右上の赤く囲った部分が、胴体ストリンガ光ファイバセンサ施工部で、写真右下はバルクヘッド光ファイバセンサ施工部。

2017年11月に予定されているHOTALWの光ファイバーセンサーの配置

2016年からHOTALW試験が開始された

飛行中の航空機は、空気力(揚力や抗力)の影響を受けて変形します。変形しないように翼を丈夫に作ると、翼は重くなり燃費は悪くなってしまいます。航空機の燃費向上を目指す「エコウィング技術」(囲み記事参照)では、重量を減らしつつ必要十分な強さを持つ機体構造を設計する技術の研究も行っています。そのためには、まず飛行中の航空機がどのくらい変形するのかその変化の度合い(歪み)を知る必要があり、変形量を計測するための技術実証がHOTALW*[1]なのです。

「HOTALWは、高性能な光ファイバーセンサーの性能を、実際に飛行して確かめる試験です」と説明するのは、井川リーダです。光ファイバーセンサーを使えば、機体の歪みを計測でき、その情報からどのような荷重がかかっているのかを知ることができます。

航空機向けに改良を加えた光ファイバーセンサー

光ファイバーセンサー自体は、石油掘削現場などで利用された例があります。2000年頃、宇宙往還機「HOPE-X」研究に関わっていた井川リーダは、機体構造の信頼性向上を目的とするセンシング技術をリサーチする中で光ファイバーセンサーに出合い、非常に細くて軽く、電気的なノイズにも強いなど、多くの有利な点を持っていたことから、それ以降光ファイバーセンサーの研究を続けています。HOTALWで実証を行う光ファイバーセンサーは、JAXAで開発した計測速度や空間分解能(精度)を向上させたOFDR-FBG*[2]方式を採用したセンサーです。

従来から使われてきた歪みセンサーは、センサーを設置した一点しか計測で

「HOTALW」の研究開発チーム

わだ だいち
和田 大地
航空技術部門
次世代航空イノベーションハブ
航空環境技術研究チーム
研究開発員

ありぞの ひとし
有薗 仁
航空技術部門
次世代航空イノベーションハブ
航空環境技術研究チーム
主任研究開発員

いがわ ひろたか
井川 寛隆
航空技術部門
次世代航空イノベーションハブ
航空環境技術研究チーム
HOTALWリーダ

たまやま まさと
玉山 雅人
航空技術部門
次世代航空イノベーションハブ
航空環境技術研究チーム
高機能軽量構造研究リーダ

きません。多くの点を計測しようとすれば、それぞれの点に一つずつ歪みセンサーが必要になります。しかし、JAXAで開発した光ファイバーセンサーであれば、ファイバーケーブルの長さ方向にわたって連続的に歪みの分布を計測できるという特徴を持っています。

センサーからの情報を設計に反映させて燃費を向上

2017年11月に実施予定の試験では、センサーを主翼下面に貼り付けて主翼の歪み分布の計測を行います。「取得したデータを解析して、燃費を削減する飛び方などを検討します」（有薗主任研究開発員）。光ファイバーセンサーで翼がどのくらい歪むのかを計測できれば、設計にフィードバックして最適な構造設計を行うことができるだけでなく、荷重の状態を飛行中にコントロールできるかもしれません。光ファイバーセンサーと制御デバイスを組み合わせることで、飛行状態に合わせて翼を最適な形にし、抵抗を減らして燃費を向上させることができるはずです。「HOTALWの結果を使って翼後縁に並べた動翼を制御する風洞実験を考えています」（玉山リーダ）。

光ファイバーセンサーは、橋梁やビルの歪み計測など航空以外の分野への応用も十分に考えられます。もしかしたら、航空機だけでなく私たちの近くにあるものにも使われるようになるかもしれません

*1 HOTALW:「光ファイバ分布センサによる航空機主翼構造モニタリング技術の飛行実証」High performance Optical fiber sensor flight Tests for AirpLane Wing
*2 OFDR-FBG:「光周波数領域反射測定-ーファイバー・ブラッグ・グレーティング」の略称。Optical Frequency Domain Reflectometry – Fiber Bragg Grating

エコウィングとは?

JAXAの「エコウィング」は、機体の構造に機能性を持たせることで空力特性を向上させる技術や構造内部の応力を低減させる技術、複合材料を使った軽量で強度の高い機体の設計技術、それらを適用した機体の評価を行う技術の研究を行っています。機体の空力特性を向上させる技術には、機体表面を流れる風がきれいに流れるような機体形状の研究や、機体表面に立体的な細かいパターンを塗布する技術の研究、主翼の揚力分布が常に最適となるように変形させる技術の研究など、空気の抵抗を減らして燃費を向上させる技術が含まれます。また、複合材料による機体設計技術では、飛行中にかかる荷重分布に応じて複合材料の最適な厚みを導き出す研究、複合材料の一層の厚さを薄くする研究、製造する際、複合材料の積み重ね方を最適化する研究などによって、機体の軽量化を図ります。

空気抵抗を減らし機体重量を軽くすることで、燃費を向上させます。具体的な目標としては、乗員100〜150名程度の中型旅客機を対象に、従来機よりも15%燃費削減を目指しています。燃費を削減できれば、燃料コストを低減でき、同じ量の燃料で航続距離を延ばすこともできます。

日本独自の技術を集結

新型ロケットエンジン LE-9始動!

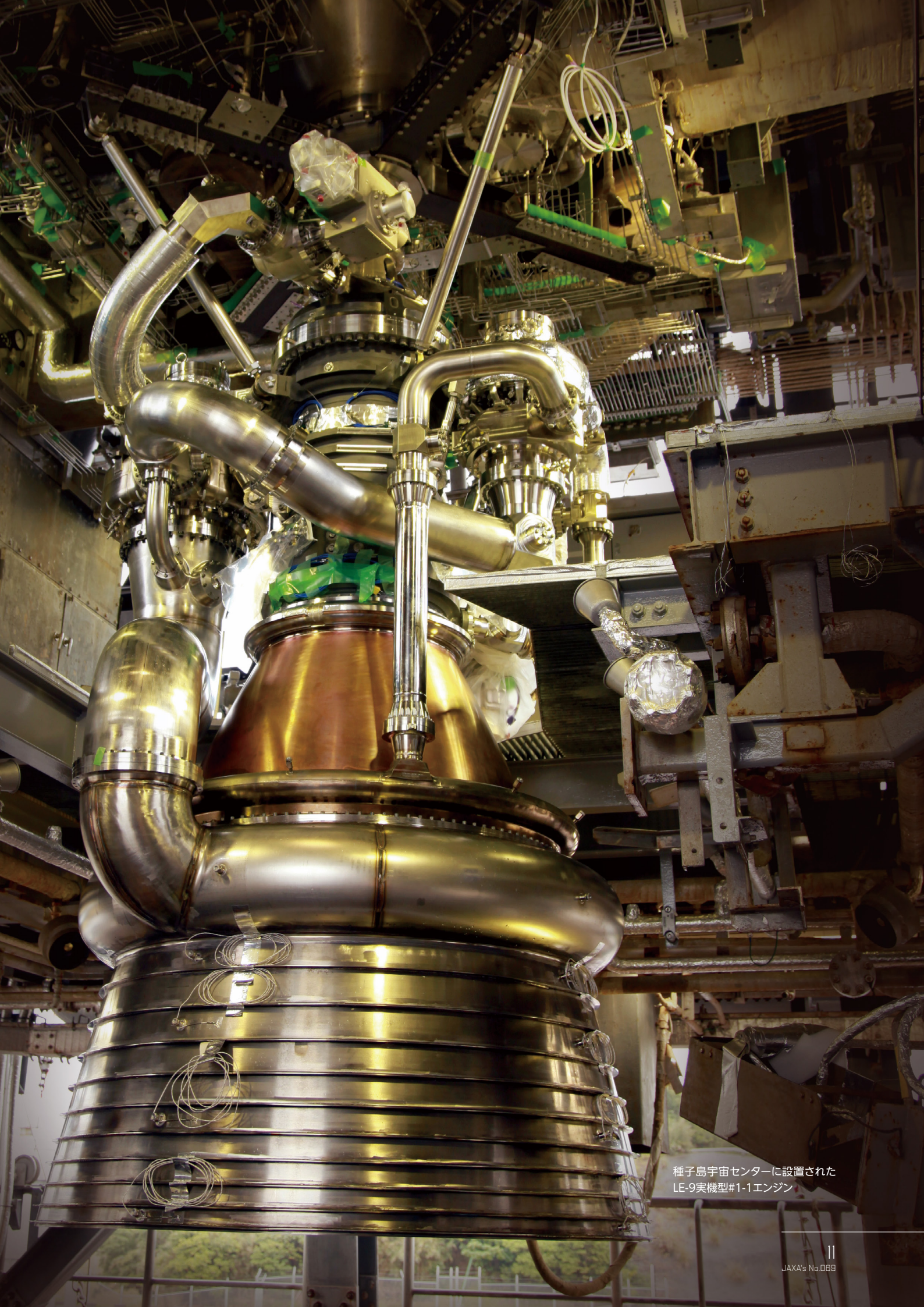
**2020年度に試験機1号機の打ち上げが予定されているH3ロケット
その第1段エンジンLE-9の燃焼試験がいよいよ始まった。
日本が世界に先駆けて実用化したエキスパンダブリードサイクルを採用した
高性能大型エンジンの今に迫る。**

取材・文:井上 晋

LE-9実機型#1-1エンジン燃焼試験(第4回)

試験場所 JAXA種子島宇宙センター
試験目的 起動/停止シーケンスの確認
各コンポーネントの性能データ取得

JAXAが開発を進めているH3ロケットの第1段液体燃料エンジンLE-9の、初の燃焼試験が種子島宇宙センターでついに始まりました。今回の燃焼試験の目的は、エンジンシステムとして設計意図通りの機能・性能を発揮することの確認、起動/停止シーケンスの確認、各コンポーネントの性能データを取得することです。試験期間は平成29年4月27日から7月まで、試験回数は11回を予定しています。

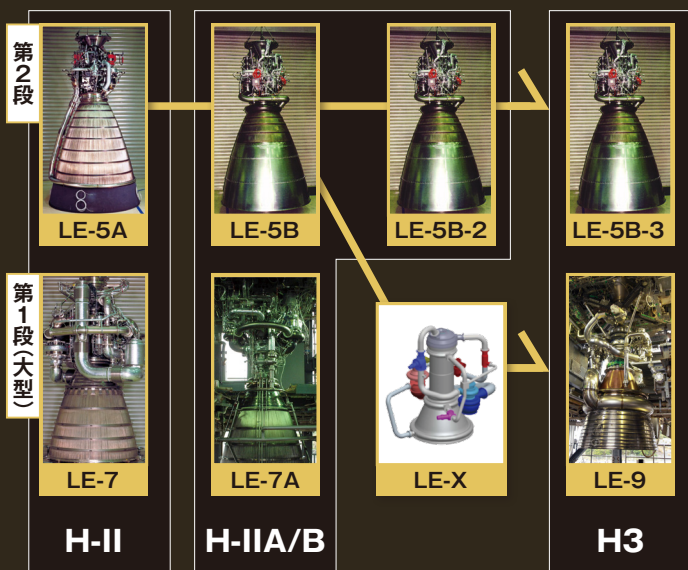
これまで4回の試験を行い(5月25日時点)、試験計画に沿って、慎重にデータ取得を進めています。

種子島宇宙センターに設置された
LE-9実機型#1-1エンジン

沖田 耕一（おきた こういち）
研究開発部門
第四研究ユニット ユニット長
（併）第一宇宙技術部門
H3プロジェクトチーム
ファンクションマネージャ

筑波宇宙センター展示館「スペースドーム」に展示されているLE-7Aエンジン

燃焼試験が始まった H3ロケット第1段エンジン LE-9

4月27日、開発中のH3ロケット第1段エンジンLE-9の燃焼試験がいよいよ始まりました。LE-9とはどのようなエンジンか、開発スケジュールはどうなっているのか、H3プロジェクトチームの沖田耕一ファンクションマネージャに話を聞きました。

JAXAのロケットエンジンの進化

2段燃焼サイクル、高性能で大型のLE-7はH-IIロケットの第1段エンジンとして開発。第2段エンジンのLE-5は、日本が世界初の実用化に成功したエキスパンダブリードサイクルが適用された。H-IIA/Bでは1段・2段エンジンとも信頼性向上と低コスト化を実現したLE-7A、LE-5B(2)が開発された。H3の第1段エンジンにはLE-Xでエキスパンダブリードサイクルの高圧化、大推力化の実現性の検証を経てLE-9が、第2段エンジンにはLE-5B-3が採用される。

高い信頼性と低コスト化を目指し エキスパンダブリードサイクルを採用

―― ついにH3ロケット第1段エンジンLE-9の燃焼試験が始まりました。開発担当者として、今、どのようなお気持ちですか？

「これまでコンポーネントごとに試験を繰り返してきましたが、すべてのコンポーネントを組み合わせて、ようやくシステム全体として設計意図通りに作動するかを確認する段階にきました。とにかく少しずつゴールに向かって慎重に進めているところです」

―― LE-9は現在開発されているH3ロケットに搭載されるエンジンですね。

「はい、LE-9は2020年度に試験機1号機の打ち上げが予定されている次世代大型ロケットH3の第1段に搭載されます。H3を開発する目的は、国際競争力を高め、民間事業を活性化させることにあります。そのためには高い信頼性と低コスト化が求められます。新型エンジンLE-9の開発にも、そうした意図が反映されています」

―― LE-9とはどのようなエンジンなのでしょうか。

「LE-9エンジン最大の特徴は、燃焼サイクルにエキスパンダブリードサイクルを採用していることです。H-IIA、H-IIBの第1段エンジンLE-7Aには2段燃焼サイクルが採用されていました。二つの燃焼サイクルのうち、どちらを次のエンジンに採用すべきか議論を重ねた結果、爆発しにくくエンジンを安全に停止させることができること、

また構造もシンプルで、その分コストダウンが図れるという利点から、エキスパンダブリードサイクルを採用することとなりました。ただし、これまでこの燃焼サイクルを使用していたのは第2段エンジンでしたので、第1段用に大型化するに当たっては、タービンを駆動させるガスを作るために、いかに燃焼室の吸熱を、推力を達成する必要量まで増加させるか、そしていかに少ない熱量でタービンを駆動させるべく効率を向上させるかという課題がありました。また、液体水素のターボポンプの振動や燃焼室で酸素と水素を混合させる際、混ざり具合がよくないと急に大きな振動が出てしまうことがあり、それにいかに対処するかというのも課題のひとつでした」

── そのほかにLE-9の独自の特徴はありますか?

「今回、はじめて電動バルブを使い、オール電動化しています。これまではヘリウムガスでバルブを駆動していましたが、電気で直接駆動させる方式に変更しました。ガスの管理がいらなくなり、保守や点検の面でコストダウンが図れました。もちろん運用性も上がり、信頼性向上にもつながっています。これは世界的に見て初めてのチャレンジです」

起動／停止シーケンスの確立を経て 定常状態、長秒時の試験へ

── あらためて、今回始まったLE−9の燃焼試験の目的を教えてください。

「最初の試験の目的は、起動／停止シーケンスの確立です。まずエンジンの予冷がきちんとできるか、点火器が作動するかを確認し、その上で起動と停止がきちんとできるかを、バルブの開閉タイミングや速度などシーケンスを変えながら行っています。時間にして4〜5秒ですが、起動停止をきっちり確立させないと、今後高い推力の試験を実施する際に、想定外のことが起きて壊れてしまうことがあるので慎重に進めています」

── その後は、どのような試験を行うのですか。

「起動／停止シーケンスの次に、ロケットが実際に飛行中の状態を模擬し、定常段階のデータを取っていきます。この時、エンジン内部の圧力や温度が作動点に伴い変化するので、そうしたデータを取得することが目的です。その後、大きな問題なく予定通り進められれば、1回のフライトに相当する長秒時試験を行い、構造に問題がないかを確認する計画としています。2018年頃まで、こうした実機型エンジンによる燃焼試験を実施し、設計を固めていく予定です。最終的には、種子島宇宙センターで機体と組み合わせた形で燃焼試験(CFT:実機型タンクステージ燃焼試験)を行います。H3ロケットが打ち上げ時とほぼ同様の形で組み立てられますので、この試験は一般の方にもインパクトのあるものになると思います」

── LE-9の開発過程をあらためて振り返ってみていかがですか?

「私がエンジン開発に携わるようになったのはLE-7の頃からです。LE-7は高性能で燃費の良いエンジンでしたが、複雑で製造や運用が難しいという弱点がありました。具体的には溶接箇所が多く、それらが問題を引き起こす要因になっていたのです。そこでLE-7Aでは溶接箇所を大幅に減らすことで信頼性の向上とともに、コストダウンを実現することができました。そうした経験からLE-5、7シリーズで苦労した点や、やりたいと思った技術的知見はすべてLE-9に投入することになりました。当初は本当に実現できるのか、当時は絵に描いた餅にすぎないのではないかという思いもある中で、三菱重工業(MHI)、IHIといった協力会社と、新型エンジンについて検討を始めました」

── それがLE-Xだったわけですね。

「はい。次世代大型ロケットの第1段エンジンをどのようなものにするか、2010年からLE-Xエンジンの研究開発で設計技術の向上や低コストプロセスについて検討し、何ができるのかを個々に詰めていきました。技術実証では、それぞれのコンポーネントの設計課題に対して物理モデルを取り入れたシミュレーションの精度を高め、今のLE−9エンジンを開発しています。これまでのように、設計をし、試験をして、不具合が起きたらそれを直すという方法(TEST−FAIL−FIXサイクル)から脱却しようということです。このエンジンで起きるすべての故障の可能性について設計の段階からつぶしておけば、不具合は起きないはずではないか。致命的な不具合は何かを設計当初の段階から、きちんと識別し、実際の設計に生かすことを目指しました。こうしてパズルのピースが全部そろって、「できる」という確信につながりました。LE-Xを経たことで、次のエンジン開発への実現性が大きく高まったのだと思います」

── 今後の開発に向けての意気込みをお聞かせください。

「基本的な設計は2018年までに固める必要がありますので、その年の半ば頃まで実施される実機型の燃焼試験が大きな山場だと考えています。今回のLE-9の開発で得られるものは、将来の研究開発に活用され、高機能でより良いものを目指す根源になっていくと思います。今後、開発を進める上でもトラブルや懸念事項が発生するかもしれませんが、そうしたことにも一つずつ真摯に向き合い対処することで日本が世界に誇るLE-9というエンジンを完成させたいと考えています」

LE-Xエンジン燃焼器単体試験

H3は、全長約63m、コアロケット直径約5.2mの2段式ロケット。第1段には新型エンジンLE-9を2基または3基使用する。高度500kmの太陽同期軌道に4t以上、静止トランスファ軌道に6.5t以上の打ち上げ能力を目指す。

建設を開始した臼田64m Usuda Deep Space Center の後継アンテナ

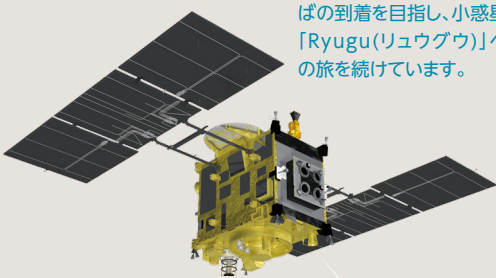
33年間深宇宙探査の最前線で活躍してきた臼田の大型パラボラアンテナ。直径64mの反射鏡の迫力には圧倒される。

村田 泰宏（むらた やすひろ）
臼田宇宙空間観測所長
深宇宙探査用地上局プロジェクトチーム

八ヶ岳の北東端の深い山中、長野県佐久市上小田切大曲（旧町名・臼田町）に JAXAの深宇宙通信用の巨大パラボラアンテナがある。訪問者は、直径 64m、30坪の住宅なら 32棟がのるパラボラの大きさに圧倒される。深宇宙探査機から届く電波はきわめて微弱であるためこれだけの巨大さが必要なのだ。だが、老朽化のため、新たな深宇宙探査用地上局（GREAT*1）プロジェクトチームが立ち上がり巨大アンテナ（新地上局）の建設工事が始まった。臼田宇宙空間観測所長、村田泰宏さんを現地に訪ねた。

取材・文:山根 一眞（ノンフィクション作家）

*1 GREAT：GRoundstation for deep space Exploration And Telecommunicationの略。

「はやぶさ2」は2018年半ばの到着を目指し、小惑星「Ryugu（リュウグウ）」への旅を続けています。

映画にも登場した「地上局」

臼田宇宙空間観測所の運用室では、小惑星「リュウグウ」に向けて航行中の「はやぶさ2」との通信が行われていた。2人の若いオペレーターはJAXA宇宙科学研究所、相模原キャンパスの管制室と、「臼田から相模原!」と交信しながら、小惑星探査機「はやぶさ2」とのデータの送受信を行っていた。運用卓のディスプレイを指さした村田泰宏さんはこう言った。

「はやぶさ2」からの信号を臼田の運用室で確認している様子。ふたりのオペレーターが宇宙科学研究所（相模原キャンパス）と交信、運用している。

「今、『はやぶさ2』との通信は片道伝搬時間が7分57秒、つまり地球から太陽までの距離よりちょっとだけ短い位置にいますね」

モニタの中心部には「はやぶさ2」からの信号を示す鋭く高い波形が小刻みに揺れていた。「はやぶさ2」が伝えてきた息づかいにちょっと感激した。11年前の12月、「はやぶさ」は大きなトラブルによって通信が途絶、「ミッションは失敗」と言われたが、通信復旧への努力を続けた結果、46日目に奇跡の通信回復を果たした。臼田宇宙空間観測所の64mアンテナはその微弱な信号をついにとらえ、後の地球帰還に大きく貢献した。「はやぶさ」の映画でも登場したのがこの運用室でありアンテナだ。

新たな深宇宙探査用地上局（GREAT）

ところが、現在のアンテナでは、来年（2018年）、小惑星「リュウグウ」に到着する「はやぶさ2」との通信能力をフルに活かせていない。「はやぶさ2」の通信機の周波数帯は「はやぶさ」と同じXバンド（8GHz帯）以外にKaバンド（32GHz帯）が加えられたからだ。周波数が高くなるほどより大容量のデータが送受信できる利点がある（大気の条件次第で最大で4倍）。しかし、臼田のアンテナの通信はSバンド（2GHz帯）とXバンド（8GHz帯）のみで、Kaバンドでの通信ができないのだ。

臼田のアンテナの運用開始は1984年。国際協力探査計画の一環として1985年に宇宙科学研究所が打ち上げたハレー彗星探査機「すいせい」との通信が目的で、日、米、旧ソ連、欧の6機のハレー彗星探査機（ハレー艦隊）との通信で大きな貢献を果たしている。現在は「はやぶさ2」のほか、金星探査機「あかつき」、ジオスペース探査衛星「あらせ」等との通信も担う。だがすでに33年、老朽化によりメーカー保証も得られなくなっている。そこで2015年11月、新アンテナ建設のため「深宇宙探査用地上局（GREAT）プロジェクト」が立ち上り、現在の位置から北西に1.5km、標高1580m、蓼科スカイラインの道路に接する国有地で建設が始まったのだ。現在、約8ヘクタールの敷地造成工事中で、2019年度に完成予定だ。新しいアンテナの運用が開始されれば、「はやぶさ2」から受信できるデータが倍増することが期待される。アンテナ本体の製造は三菱電機、送受信系はNEC、Xバンドの低雑音増幅器は日本通信機が担う。

「アンテナの鏡面面積は約7割（54m）と小さくなりましたが、アンテナ設計技術の向上による送受信効率の改善や受信システムの低雑音化の進化により、現在の64mアンテナと同等以上の性能です」（村田泰宏さん）

海外局を用いた深宇宙探査機の通信

深宇宙探査機との通信は内之浦宇宙空間観測所（鹿児島県）の直径34mのアンテナでも行ってきたが、これらもやはりSバンドとXバンドの通信に限られる。また地球と探査機の位置関係によっては、「日本での」宇宙探査機との通信は24時間可能というわけにはいかない。そこで、日本からは見えなくなった探査機との通信は、「はやぶさ」同様、NASA（アメリカ航空宇宙局）のDSN（ディープ・スペース・ネットワーク*2=米国、豪州、スペイン）やESA（欧州宇宙機関）がスペイン、豪州、アルゼンチンに設置したアンテナを「借りる」。だが、世界各国でも数多くの探査機を打ち上げるようになったため、アンテナを借用できる時間はますます限られており、日本の探査機が地球に送信するデータをすべては受信できないという「もったいない事態」も考えられる。日欧共同による水星探査計画（BepiColombo）の打ち上げも2018年10月に迫っている。

世界が本格的な惑星探査時代を迎えた今、新しい深宇宙探査局の役割は重要なものになるだろう。

＊2 ディープ・スペース・ネットワーク（Deep Space Network）:
NASAが惑星探査機などとの交信を地球の自転などに影響されずに1年を通して行うために構築した通信情報網。ジェット推進研究所に所属し、アメリカのゴールドストーン（カリフォルニア）、スペインのマドリード、オーストラリアのキャンベラの3箇所に通信施設がある。

アンテナ基礎等を工事中の新パラボナアンテナ建設地。2019年度の完成を目指している。臼田宇宙空間観測所から数キロはなれた蓼科スカイラインに接する場所にある。

Kaバンドの受信にも対応できる日本の深宇宙探査の期待を担う新パラボラアンテナの完成予想CG。

研究開発の
現場から

2016年12月に打ち上げられたジオスペース探査衛星「あらせ」(ERG)は定常運用を開始しています。「あらせ」に搭載されている超高エネルギー電子分析器XEP(eXtremely high-energy Electron exPeriment)を担当した東尾奈々研究開発員に、XEPの開発とその使命について聞きました。

取材・文:山村 紳一郎(サイエンスライター)

粒子をとらえる、

ジオスペース探査衛星「あらせ」搭載　XEP< 超高エネルギー電子分析器 >

開発担当──東尾 奈々(ひがしお なな) 研究開発部門 第一研究ユニット 研究開発員

超高エネルギー電子をとらえる

>「あらせ」には9種類の観測機器が搭載されています。この中でXEPは何を観測するのでしょうか?

東尾　ヴァン・アレン帯では高エネルギー電子が生成消失を繰り返しています。そのメカニズムや原因究明のため、さまざまなエネルギーレベルの電子やイオン、磁場などの変化をとらえるのが「あらせ」です。この中でXEPは400keVから20MeVのエネルギーを持つ超高エネルギー電子について、エネルギーや数を観測し、放射線帯の変動を直接観測する役割を担っています。

>どのような仕組みで超高エネルギー電子をとらえるのでしょう。

東尾　測定の要となる部分は装置の円筒部分の中にあります。高いエネルギー分解能で計測できる半導体センサ5枚と、広い範囲のエネルギーで電子を計測できるシンチレータ(放射線によって光を出す部品)1個の2段階構造で、電子のエネルギーや数を精密に測ります。

「きっちり測る」がXEPのテーマ

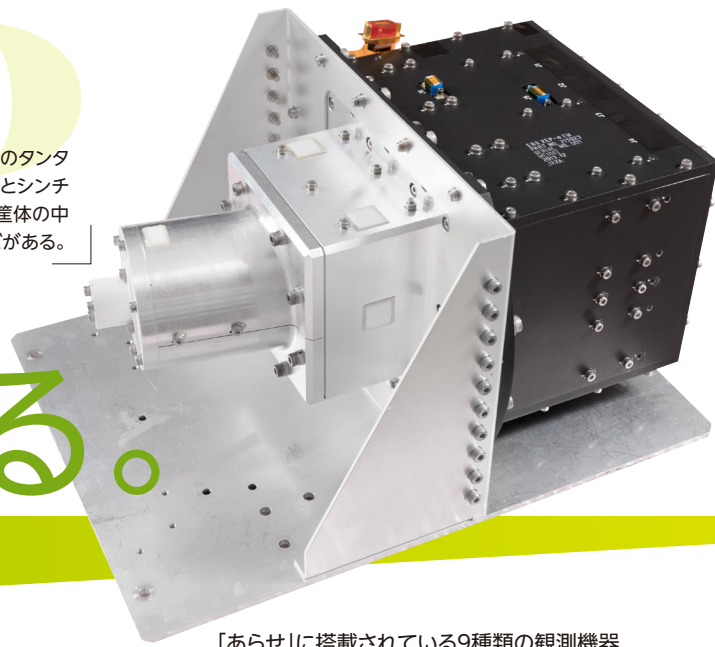
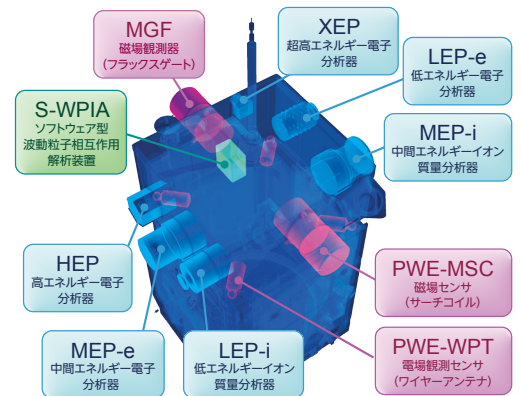
>高い精度が求められる装置なのですね。

東尾　組み上げると分解するのがたいへんになるほど、部品がぎっちり詰まっています。電子以外の粒子もたくさん入ってくる環境なので、コンタミネーション(雑音混入)を徹底して防ぐためにアンチシンチレータという構

XEP

XEPの構造

円筒部分は測定対象外の放射線による雑音遮蔽のためのタンタル素材が組み込まれたアルミ製で、5枚の半導体センサとシンチレータ1個が収められている。その後方にある直方体の筐体の中には、計測や送信データ生成のための電子回路基板などがある。

きちんと測る。

造を入れてあります。シールド（遮蔽）についても円筒部分の側面には遮蔽性の高いタンタルという素材を入れてあります。重量等を考えるとシールドは減らすに越したことがないですが、大きさや重さの制限など搭載条件を満たしつつ精度を上げるために必要でした。XEPでの課題は超高エネルギー電子を「きっちり測る」ということでしたので、譲れないポイントだったのです。

＞これまでのJAXAの技術が役に立っていますか。

東尾　研究開発部門第一研究ユニットでは、宇宙環境を計測するさまざまな装置をJAXAや海外の衛星、あるいは国際宇宙ステーション（ISS）に搭載し、計測データを人工衛星やISSの設計・運用に役立てる研究をずっと続けてきました。XEPは現在、温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」や、フランスのJason-2という衛星に搭載されている高エネルギー電子を計測する装置ELS-Bの性能を高めたものです。素材、構造、電子回路、データ加工などすべての面で、精度向上を目指して工夫を重ねました。装置の形状、構造において無駄なところは一つもありません。これまでJAXAで蓄積してきた知見と関係者の技術力を結集して得られた成果です。

学びながら作りながら世界最先端を実現

＞苦労されたのはどの部分ですか？

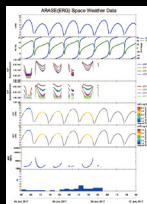
東尾　まずスケジュールですね。打ち上げ時期が決まっていますから、限られた時間の中で新しい知識を学びながら開発しました。また、今回は第一研究ユニットとして初めての科学衛星への装置搭載となりました。計測精度の要求が非常に高いため、正確な測定が行えることをシミュレーションだけでなく、実験で確認することにしました。そのためには、高エネルギー電子を1個1個照射して計測する必要があるのですが、国内に2MeV以上の電子を照射できるような環境はありませんでした。そこで京都大学原子炉実験所の先生方と共同で、そのような設備を開発しました。3年ぐらい毎月のように京大に通って、シミュレーション結果と実際の計測結果が合うかどうかを確かめました。メーカーの方、大学の先生方をはじめ、XEPの開発を一緒に、熱い情熱を持ち協力してくださった方々のおかげでここまで来られたのだと思います。

＞今のお気持ちは？

東尾　メンバーの期待を背負い、大きなプレッシャーと日々戦ってきたので、初めてデータが受信できた時は少し解放された気持ちになりました。今も毎朝起きると「元気かな」と携帯で宇宙天気データをドキドキしながら確認しています。今回のXEPは、先輩方の培ってきた技術を引き継ぐとともに、新たにたくさんの改良を加えました。この種の機器として世界最先端であるという自負はありますし、実際に取得したデータをみてさらに確信しています。XEPの観測データは研究開発部門の宇宙環境の研究にも大きく役立ち、今後の衛星の設計にも利用できると思います。放射線のシールドを今より少なくできるかもしれません。シールドの重量が減れば、その分、別のミッション機器を搭載することができます。そして、将来は装置をもっと改良して、地球だけでなく他の惑星近傍での観測にもチャレンジしたいですね。

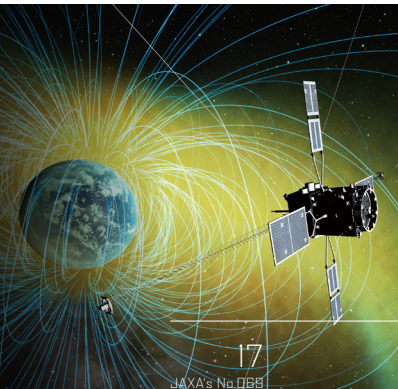
「あらせ」に搭載されている9種類の観測機器

ジオスペース探査衛星「あらせ」とは？

地球近傍の宇宙空間にある放射線帯（ヴァン・アレン帯）には、MeV（メガエレクトロンボルト）を超える高エネルギー粒子が大量に集まっている。その成因やふるまいには不明点が多いが、太陽フレアなどの太陽面現象によって激しく変動する。「あらせ」はこれを観測することでジオスペースにおける謎に挑戦する。

▶「あらせ」の観測データを配信中！

「あらせ」の宇宙天気データは宇宙環境計測情報システム「SEES」（Space Environment ＆ Effects System）のウェブサイトで配信され、XEPの観測データも見ることができます

http://sees.tksc.jaxa.jp/fw/dfw/SEES/Japanese/Top/top_j.shtml

宇宙を
職場にする

乳酸菌を宇宙へ "JAXA×ヤクルト"の挑戦

今、JAXAと株式会社ヤクルト本社(以下、ヤクルト)の
共同研究による宇宙実験が始まろうとしている。
その名称は「閉鎖微小重力環境下におけるプロバイオティクス*1の継続摂取による
免疫機能および腸内環境に及ぼす影響に係る共同研究」。
国際宇宙ステーション(ISS)に長期滞在する宇宙飛行士が乳酸菌を摂取することによって、
どのような効果がでるかを調べるというものだ。

取材・文:井上 晋

L. カゼイ・シロタ株の顕微鏡写真
画像提供:株式会社ヤクルト本社

1カ月に及ぶISS「きぼう」日本実験棟でのプロバイオティクスパッケージの保存試験を終え、宇宙環境でも地上と同等の生菌数が維持されていることが確認された。研究はいよいよ宇宙飛行士による継続摂取実験へと移行する。

宇宙における作業環境下で課題とされる宇宙飛行士の健康管理

JAXAは宇宙飛行士を対象とする医学研究や、宇宙環境でのライフサイエンス研究を進めています。宇宙環境においては、骨密度の低下、筋萎縮、免疫機能の低下などの人体への影響が報告されています。ISS、さらには将来の月や火星探査における宇宙長期滞在において、宇宙飛行士の心身の健康維持は大きな課題であり、その対応策としてJAXAではプロバイオティクスなどを利用した機能性宇宙食の活用について検討を進めてきました。こうした背景の下、JAXAではヤクルトと宇宙空間におけるプロバイオティクス分野での共同研究を世界に先がけてスタートさせました。

古川聡・宇宙医学生物学研究グループ長によると、長期滞在後の宇宙飛行士において免疫機能の低下が報告されていますが、腸内菌叢の変化については最新の技術での報告はほとんどないのが現状です。一方、プロバイオティクス摂取が腸内環境を改善し、免疫機能を維持・向上する働きが地上研究で確認されており、宇宙でもプロバイオティクスの活用が期待できるとのことです。今回の共同研究は、ヤクルトの乳酸菌 ラクトバチルス カゼイ シロタ株(以下、L. カゼイ・シロタ株)*2を用いて、宇宙におけるプロバイオティクスの効果について調べようとするものです。

「JAXAと共同で研究をするという話がはじめて出たのは2011年の年末だったと思います。それまで宇宙に関わるプロジェクトに私どもが参加することはまったく予想していませんでした。最先端の研究機関と共同研究ができることに研究者として興奮するとともに、責任の大きさも感じています。世界で唯一宇宙医学研究ができるISSという場で研究ができるということで身も心も引き締まる思いです。宇宙飛行士の腸内菌叢、免疫機能面での基礎データの取得を通じて、宇宙飛行士の健康管理に関する知見が蓄積され、宇宙という特殊環境を利用した基礎研究が活発になると思います」

ヤクルト本社中央研究所・研究管理センター所長の長南治氏はこう語ります。

乳酸菌を摂取した宇宙飛行士の体内環境を科学的に検証する

2014年、JAXAとヤクルトは共同研究契約を締結し、正式に研究が始まりました。今回の研究における最大の目的は、ISSに滞在する宇宙飛行士にL. カゼイ・シロタ株を摂取してもらい、腸内菌叢の種類や数、免疫機能にどのような影響を及ぼすかを調べることにあります。当初、飲料として市販されている商品の搭載も検討しましたが、課題が多いことから、今回の研究では、新たにL. カゼイ・シロタ株の食品カプセル「プロバイオティクスパッケージ」の開発を行いました。

「プロバイオティクスパッケージの開発に当たっては、生きた菌をカプセル内に閉じ込め、常温で長期保存するための技術の確立に最も多くの時間を費やしました」(長南氏)

新たに開発されたプロバイオティクスパッケージ。1カプセルに約80億個の凍結乾燥されたL. カゼイ・シロタ株が入っている。実験では1日5カプセル、400億個のL. カゼイ・シロタ株を摂取する。

2016年4月、宇宙飛行士による摂取実験に先立ち、宇宙でも地上と同等の生菌数が保たれるかを確認するために補給物資を運搬するドラゴン補給船で「プロバイオティクスパッケージ」をISSに送り届けました。そして1カ月間の保存試験の後に回収・検証した結果、宇宙においても地上と同等の生菌数が維持されていることが確認されました。

今後、研究はISS滞在中の宇宙飛行士による乳酸菌摂取の実験に移行することになります。

株式会社ヤクルト本社 長南 治(ちょうなん おさむ)さん
中央研究所 研究管理センター 所長 農学博士

「JAXAとの共同研究が決まったとき、研究員の多くは『そんなことが本当にできるのだろうか?』と思ったのではないでしょうか。実際に検討が始まると、毎月1回、3年間で36回、定期的に会議を行ったのですが、その間、研究員の方向性はまったくブレることがなく、一体感というか熱いものがありました。宇宙での、世界で初めての研究に対するモチベーションの高さを感じました。今後もJAXAとの連携を通じて、宇宙医学の発展に寄与できればと考えています」(長南氏)

今回の研究における腸内菌叢、免疫機能面に関する基礎データの取得は、宇宙飛行士の健康管理に役立つものとして期待されていますが、JAXAとヤクルトではさらに、地上でもこの研究成果を活用し、人類の健康維持に貢献することを目指しています。

***1 プロバイオティクス:** 腸内環境を改善し、人などに有益な作用をもたらす生きた微生物(善玉菌)やそれを含む食品。
***2 L. カゼイ・シロタ株:** 生きて腸内まで到達し、腸内環境を改善する働き、免疫機能を維持・向上する働きが確認されている乳酸菌。80年以上の食経験があり、世界各国で食品に利用されるなど、安全性も多角的に実証されている。米国ではGRAS(米国の食品医薬品局(FDA)が設定する食品安全性に関する独自の審査制度)認証を取得済。

TOPICS 1 フランス国立宇宙研究センターと火星衛星探査計画の実施取り決めを締結

火星衛星探査機のCG

ジャン=イヴ・ル・ガルCNES総裁（左）と奥村直樹JAXA理事長

2017年4月10日に、JAXAは、火星の衛星フォボスとダイモスを探査しサンプルを回収する、火星衛星探査計画（Martian Moons eXploration:MMX）の検討に関する実施取り決めを、フランス国立宇宙研究センター（The Centre National d'Etudes Spatiales:CNES）と締結、署名式を行いました。これに基づき、両者はこの計画の開発研究フェーズにおける協力内容について、下記の3点について共同で検討します。

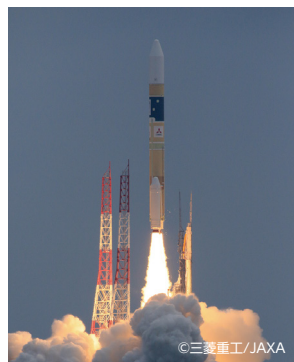
・「近赤外分光計（MacrOmega）」
・「フライトダイナミクス」
・「小型着陸機の搭載可能性検討」

今後、2024年に探査機の打ち上げを目指すこの計画の、一層の推進が期待されます。

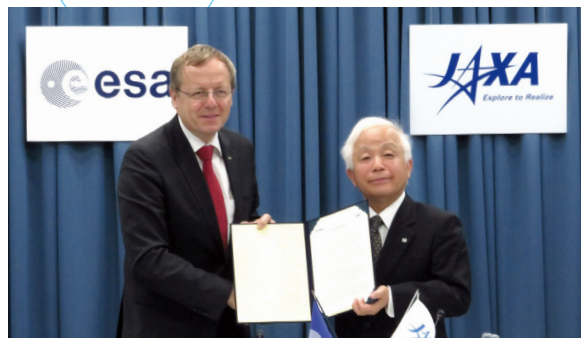
TOPICS 2 準天頂衛星「みちびき2号機」/H-IIAロケット34号機打ち上げ成功!

2017年6月1日9時17分、三菱重工業株式会社とJAXAは、準天頂衛星「みちびき2号機」を種子島宇宙センターからH-IIAロケット34号機で打ち上げました。「みちびき」は、準天頂軌道の衛星が主体となって構成されている日本の衛星測位システム（衛星からの電波によって位置情報を計算するシステム）で、今年は3号機、4号機の打ち上げも予定しています。

また、種子島宇宙センターにある科学技術館が2017年3月6日にリニューアルオープン。大型ロケット打ち上げの臨場感を味わえる「リフトオフシアター」の他、新たな展示品もお目見えしました。ぜひご来館ください。

©三菱重工/JAXA

みちびき2号機の打ち上げの様子

宇宙科学技術館の「リフトオフシアター」

TOPICS 3 欧州宇宙機関（ESA）との機関間会合で共同声明を発表

ヨーハン=ディートリッヒ・ヴァーナーESA長官(左)と奥村直樹JAXA理事長による共同発表

JAXAは、2017年5月15日、欧州宇宙機関（European Space Agency:ESA）のヴァーナー長官を迎え、機関間会合を開催しました。両機関はこれまでにも地球観測や宇宙環境利用、宇宙科学などの分野で多くの共同ミッションに取り組んできましたが、その協力関係を継続、拡大し、さらに深化させることのほか、地球規模の課題に共同で貢献していくこと、人類の活動領域の拡大において連携することなどで合意しました。会合後、両機関長は共同声明を発表。すべての協力活動を通じ、宇宙技術による社会課題の解決や産業振興、人類の活動領域拡大に貢献していくことを宣言しました。

国立研究開発法人
宇宙航空研究開発機構
Japan Aerospace Exploration Agency

広報部 〒101-8008 東京都千代田区神田駿河台4-6
御茶ノ水ソラシティ
TEL:03-5289-3650 FAX:03-3258-5051

JAXAウェブサイト http://www.jaxa.jp/
メールサービス http://fanfun.jaxa.jp/media/mail/